



Пророк в своём Отечестве



Николай ГРИГОРЬЕВ

Nikolai D. GRIGORIEV

The Prophet in his Homeland

(текст статьи на англ. яз. –
English text of the article – p. 244)

Более полувека имя первооткрывателя электрической дуги одни предпочитали небескорыстно не вспоминать, другие считали зазорным поднимать на щит академика-простолюдина, да ещё и не признающего приоритета учёных-чужеземцев в российской науке. Лишь случай дал толчок к восстановлению исторической справедливости – и сегодня Василий Петров почитаем как основоположник отечественной электротехники.

Ключевые слова: электротехника, Василий Петров, электрическая дуга, батарея, гальвани-вольтовские опыты, люминесценция, история.

Григорьев Николай Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики транспорта Российского университета транспорта, Москва, Россия.

Первый российский электротехник, академик Российской Императорской академии наук, профессор Санкт-Петербургской медико-хирургической академии (ныне Военно-медицинская академия) Василий Владимирович Петров родился 19 июля (8 по старому стилю) 1761 года в Обояни Белгородской губернии (с 1796 г. – в Курской губернии) в семье приходского священника.

Грамоте и счёту его обучал отец дома. Первоначальное образование он получил в церковно-приходской школе, затем был определён в Харьковский коллегиум, где преподавались естественные, гуманитарные науки и иностранные языки.

ТОЧНЫЕ МЕХАНИКИ СТРОИЛИ ПРИБОРЫ

В 1785 году для продолжения учёбы он переехал в Санкт-Петербург, из-за отсутствия достаточных средств поступил «на казённый счёт» в Учительскую семинарию (позднее преобразованную в институт), которая готовила учителей начальных школ. Одновременно с обучением Петров начинает преподавать математику и физику в столице. В 1788 году комиссия по

народному образованию направила его на Алтай в Барнаул. Там он вёл занятия по физике, математике, русскому и латинскому языкам в Горном училище при крупнейших Колывано-Воскресенских горных заводах.

После окончания обусловленного срока работы Василий Владимирович в 1791 году возвратился в Санкт-Петербург. С 1791 по 1797 год он преподавал математику и русский стиль в Инженерном кадетском училище при Измайловском полку и с 1793 года — физику и математику в Главном врачебном училище при Военно-сухопутном госпитале. В 1795 году при преобразовании этого училища в Медико-хирургическую академию он после блестящей «пробной лекции» получил звание экстраординарного (сверхштатного) профессора математики и физики. В 1802–1827 годах учил физику и математике в Императорской Академии художеств и являлся профессором физики Второго кадетского корпуса в Санкт-Петербурге, где готовили офицеров для артиллерии и инженерной службы в русской армии.

Преподавание физики Петров вёл по собственному письменному руководству, сопровождая свои лекции специально поставленными опытами и демонстрациями. Особенно хорошо были подготовлены опыты для раздела электричества. Под редакцией русского профессора в 1807 году был издан перевод учебника Шрадера «Начальные основания физики для употребления в гимназиях». В нём им переработана и дополнена опять же глава об электричестве. Этим учебником, широко распространённым в России, пользовались до начала 30-х годов XIX века.

Получив в 1799 году в Медико-хирургической академии кафедру математики и физики, которую он занимал в течение 34 лет, Петров для учебных демонстраций и научных исследований создал первый в России и один из лучших для того времени в мире физический кабинет. Кафедральный кабинет непрерывно пополнялся новыми оборудованием и приборами, которые покупались у отдельных ученых и за границей. Более того, он сам, а также по его заданиям и эскизам в течение многих лет Санкт-Петербургский стекольный



завод и точные механики создавали физическую аппаратуру.

К концу карьеры учёного образцовый физический кабинет размещался в нескольких комнатах и в списке числился 631 прибор (не считая мелких приспособлений, деталей и инструментов), из которых около 250 относились к опытам по электричеству и магнетизму. Василий Петров добился включения в преподавание физики лабораторных работ (практикума) и настоял на том, чтобы преподаватели со студентами непрерывно вели научные эксперименты в физическом кабинете. Петров содействовал устройству таких кабинетов в других высших учебных заведениях: часть приборов передал Вилейскому (Вильнюсскому) университету и Московскому отделению Медико-хирургической академии.

Первая его научная работа «Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений Василия Петрова, профессора физики при Академии Санкт-Петербургской медико-хирургической и свободных художеств. Часть первая, в Санкт-Петербурге, в типографии Государственной Медицинской коллегии, 1801 года» относится к теории горения. В XVII–XVIII веках, по представлению сторонников теории флогистона (Макор, Шелен и др.),





Гальваническая батарея конструкции Петрова. Ящик был сделан из красного дерева и длина его составляла около трёх метров.

вещества при горении и обжиге якобы теряют свою составную часть «начало горения». Он опытами подтвердил справедливость кислородной теории горения французского химика А. Л. Лавуазье: горение твёрдых и жидких веществ происходит только в присутствии кислорода воздуха или входящего в них, если горение происходит в «безвоздушном месте» (в разреженном воздухе).

Одновременно Петров описал проделанные им эксперименты по определению предельной температуры, при которой фосфор перестаёт светиться или медленно гореть в чистом атмосферном воздухе. Доказал, что причина свечения плавикового шпата (минерала флюорита, подкласса фторидов) иная, чем у фосфора, изложил соображения о причинах возгорания калия при соприкосновении с водой, окисления металлов и т.п.

За этот учёный труд Василий Петров в 1802 году был удостоен звания ординарного (штатного) профессора, а в 1808-м — академика Медико-хирургической академии. Столь лестное и обязывающее звание ему было присвоено правительственным указом.

УДАР ТОКОМ СМЕРТЕЛЕН

Почти до конца XVIII века учёные разных стран занимались изучением явлений статического электричества. В 1791 году итальянский анатом и физиолог Л. Гальвани опубликовал результаты исследования электрического явления при мышечном сокращении («животное электриче-

ство»). Незначительная интенсивность и слабые по сравнению со статическим электричеством эффекты были причиной того, что интерес вокруг объяснений учёного поддерживался не развитием опытов и накоплением данных, а полемикой между сторонниками его идей (преимущественно врачами и биологами) и противниками (по преимуществу физиками). Тяга к гальванизму объяснялась созданием в 1800 году итальянским же физиком и физиологом А. Вольта первого химического источника электродвижущей силы (электрического генератора), посредством которого можно было значительно усилить действия, описанные Гальвани, и обеспечить непрерывное проявление причины этих действий (электрического тока) в проводниках в течение длительного времени.

Петров вначале проводил опыты на вертикальном вольтовом столбике из 100 цинковых и 100 медных кружков диаметром 10 дюймов (0,254 м), приобретённым в Европе. Затем он пришёл к выводу, что наиболее полное и всестороннее исследование гальванических явлений возможно при наличии более мощного источника электрической энергии. По его проекту инструментальный механик академической палаты англичанин И. Меджер к апрелю 1802 года создал огромную батарею из 4200 медных и цинковых кружков диаметром 1,4 дюйма (35 мм) и толщиной около одной десятой дюйма (2,5 мм). Между каждой парой металлических пластин прокладывались картон-

ные кружочки, смоченные раствором нашатыря.

Батарея из 2100 медно-цинковых элементов, соединённых последовательно, располагалась горизонтально ребром в четыре ряда в прямоугольном ящике из красного дерева длиной 10 футов (3,048 м). Общая длина гальванической батареи составляла около 12,2 м. В то время это был крупнейший в мире источник электрической энергии. При горизонтальной конструкции тяжестью верхних слоёв пластин не выдавливалась жидкость из нижних картонных прокладок. Именно это приводило к ослаблению действия первой батареи из 100 элементов и препятствовало созданию больших по размеру источников тока. Дно, стенки ящика и разделяющих перегородок были покрыты толстым слоем сургучного лака и промасленной бумагой. Секции батареи соединялись между собой проволочным проводником, изолированным сургучом. При наличии изоляции проявлялось заметно более сильное действие батареи при одинаковых прочих условиях.

Измерительных приборов ещё не было. Петров в качестве индикатора силы действия батареи использовал собственный палец со срезанной кожей. Оголённые концы проводов разной полярности он подносил к ране. Чем больше и неприятнее оказывалось прикосновение, тем, по его мнению, была мощнее батарея. По современным данным [5] электродвижущая сила батареи составляла 2000–1650 В, ток короткого замыкания – 0,2–0,1 А, максимальная полезная мощность – 85–60 Вт. Когда учёный попытался «измерить» мощность батареи, то получил электрический удар током и потерял сознание. Он остался жив благодаря большому внутреннему сопротивлению источника электрической энергии.

Таким образом в 1802 году им была открыта смертельная опасность поражения человека электрическим током, о чём он сообщил в своём труде «Известие о гальвани-вольтовых опытах, которые производил профессор физики Василий Петров, посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санкт-Петербургской медико-хирурги-

ческой академии. В Санкт-Петербурге, в типографии Государственной Медицинской Коллегии, 1803 год». Эта публикация была переиздана в 1936 [8] и 1956 годах [9].

В первой книге по электротехнике, изданной на русском языке за казённый счёт, учёный подробно описал способы изготовления гальванической батареи, ухода за ней, методику экспериментов, результаты своих разнообразных опытов и привёл рекомендации по практическому применению электричества. Отдельная глава книги посвящена действию тока на организм человека и животных и даны рекомендации для врачей. Созданная им электрофизическая лаборатория позволила с середины XIX века профессорам Военно-медицинской академии Н. Г. Егорову, В. В. Лебединскому, А. В. Лебединскому, Н. П. Хлопину, С. А. Лебедеву развернуть серьёзные исследования в области использования электричества для лечения больных людей [2].

«КУРСКАЯ ДУГА»

Мощный источник тока помог Петрову в течение короткого срока провести множество исследований, открывших разнообразные пути применению электричества. Первые публичные опыты он проводил 29 мая (17 по старому стилю) 1802 года в присутствии Медицинской коллегии (по современной терминологии – министерство) и многих знаменитых особ.

Батарея была настолько мощной, что при разрыве её цепи возникали искры. В случае размещения в месте разрыва древесных угольков (хорошо проводящих ток) на расстояние от одной до трёх линий (2,54–7,62 мм) при прохождении электрического тока рождалось пламя. Свойства этого свечения он исследовал и обнаружил возможность его использования для освещения, а высокую температуру, возникающую в вольтовой дуге с металлическими электродами, – для плавления, сварки и восстановления металлов из их окислов. Учёный получил свинец, олово и ртуть в чистом виде из шихты с их окислами и порошком древесных углей, салом и выжатыми маслами (с углеродом, но в своеобразных формах и соединениях).



Электрическая дуга Петрова в последующем активно применялась отечественными учёными: П. Л. Шиллингом — при создании электрического запала для воспламенения подводных мин [10]; П. Н. Яблочковым и В. Н. Чиколевым — для освещения [11–12]; Н. Н. Бенардосом и Н. Г. Славяновым — для сварки и резки металлов [13, 14]. В XIX веке в электросвязи нашли себе место дуговые генераторы незатухающих электромагнитных колебаний, с помощью которых на радиостанциях получали электромагнитные волны частотой до нескольких сотен килогерц. Ныне это открытие используется в дуговых источниках света (мощных прожекторах), электросварке, электрометаллургии, где дуговые электрические печи производительностью от долей до сотен тонн служат для выплавки чугуна, высоких сортов стали, сплавов и других металлов. Они применяются также в производстве абразивных материалов, карбида кальция и многих других видов продукции.

Английский химик и физик Х. Дэви (Г. Дейви) наблюдал электрическое свечение на шесть лет позже Петрова в 1808 году [5–7]. В сочинении «Элементы химической философии» (1812 г.) он сообщил о своих опытах с электрической дугой. Причём ученый не претендовал на их оригинальность и допускал, что это же сделано до него иностранным физиком. Однако долгое время именно ему приписывалось открытие вольтовой дуги.

Петров применял разнообразные электроды: древесно-угольные, графитовые, медные, железные, серебряные, золотые, оловянные, марганцевые и др. Он наблюдал явления между электродами, находившимися в воздухе, разряженной среде и различных жидкостях. Им впервые была правильно определена степень электропроводности древесного угля, льда, серы, фосфора, растительных масел, выявлены их физико-химические и изоляционные свойства, установлено значение изоляции для электрических проводников при высоком напряжении и применено покрытие металлических проводников изолирующим слоем. Разработанный учёным принцип покрытия поверхности проводника изоляционным материалом и сегодня используется при изготовлении изолированных проводов и кабелей.

Петровым была первым определена закономерность электрической цепи: сила тока в проводнике возрастает с увеличением толщины, площади его поперечного сечения. Плюс к тому ему удалось обнаружить, что через вещества, обладающие большим электрическим сопротивлением (именно он опять же ввёл в электротехнику этот термин), гальвани-вольтовая жидкость (по современной терминологии электрический ток) может протекать при увеличении количества элементов, т.е. повышении напряжения. Таким образом, Петров на 25 лет раньше немецкого физика Г. С. Ома установил, что электрический ток прямо пропорционален напряжению и площади поперечного сечения проводника [15].

Учёный подробно исследовал влияние температуры на величину ЭДС батареи и на характер сопровождающих её действие явлений и химических процессов. Он убедился, что крайние металлические кружки батареи служат лишь проводниками электричества, действие её основано на химических процессах, происходящих в гальваническом элементе между металлами (медь—цинк) и электролитом, а окисление и загрязнение поверхности металлических кружков вызывает ослабление тока.

Петров впервые применил параллельное соединение электродов для демонстрации явления электролиза в нескольких трубках с водой, растительными маслами, алкоголем и т.п., происходящего при одновременном пропускании электрического тока через жидкости от одной медно-цинковой пары. Он установил зависимость интенсивности свечения (тлеющий, искровой, дуговой разряды) от упругости окружающего воздуха — материала, формы и полярности электродов, а также от расстояния между ними. Длина искры от вольтова столба в безвоздушном пространстве значительно короче, чем при разрядах электростатической машины, и происходит мгновенное заряджение огромных лейденских батарей посредством небольшого вольтова столба или их медленное заряджение сильными электростатическими машинами. Позднее, спустя 30 лет, исследованиями этих явлений занимался английский физик

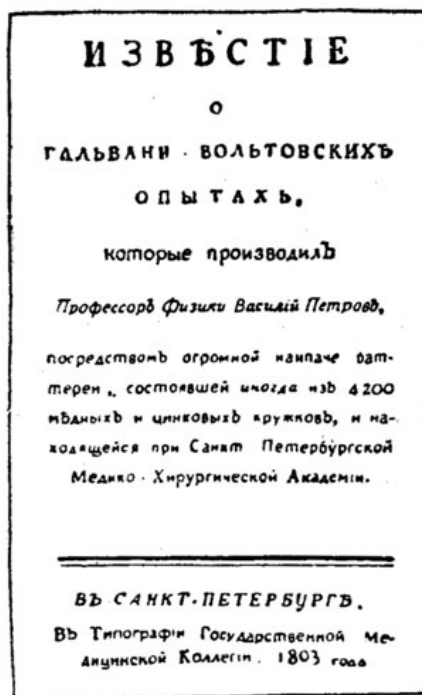
М. Фарадей. Химическое действие тока (электролиз) русский электротехник Б. С. Якоби применил в гальванопластике и гальваностегии [16], которые и сейчас востребованы в полиграфии, медальерном деле и т.п.

Исследования Петрова выдвинули его в ряды выдающихся учёных страны. Он в 1803 году избран членом-корреспондентом, затем адъюнктом (помощником), экстраординарным (сверхштатным), а в 1815 году — ординарным (штатным) академиком по предмету опытной физики Российской Императорской академии наук. В 1814 году Василия Владимировича назначили заведующим физическим кабинетом, он был им до 1828 года.

О ФОСФОРАХ ПРОЗЯБАЕМОГО ЦАРСТВА

Английский физик и врач В. Гильберт (У. Гильберт) безуспешно пытался наэлектризовать металлы, не изолируя их. Поэтому он пришёл к ошибочному выводу о невозможности электризации металлов трением. В 1804 году Петров в третьей своей книге «Новые электрические опыты профессора физики Василия Петрова», перепечатанной в 1956 году [9], доказал возможность электризации изолированных металлов трением и описал серию проведённых экспериментов по электризации ртути и других веществ путём встряхивания их в стеклянных сосудах. Он показал, что особенно эффективным способом электризации металлов и человеческого тела является стегание их выделанным мехом некоторых животных.

Учёный справедливо писал при этом и о неустойчивости явлений электризации, влиянии на их интенсивность, состояния поверхности тел, их размеров и температуры, а также влажности окружающего воздуха. Он усовершенствовал конструкцию прибора для получения статического электричества (электрофора), основание из смолы заменил просушенной мягкой байковой тканью, сложенной в четыре слоя, и дал правильное представление об общности и различии в проявлениях статического и гальванического электричества: они обусловлены определёнными физико-химическими процессами.



Титульный лист мемуара В. В. Петрова «Известие о гальвани-вольтовских опытах».

Для изучения явления статического электричества в разряженном воздухе и атмосфере различных газов Петров построил электростатическую машину, помещавшуюся под колоколом воздушного насоса. Установленный там же термометр фиксировал интенсивность электрических разрядов при различных температурах. Он обнаружил возрастание электрической проводимости воздуха при его нагревании и образование окислов азота при электрических разрядах в воздухе. Произвёл исследования тлеющего, искрового и дугового электрических разрядов в вакууме. Им была найдена зависимость этих явлений от материала, формы и полярности электродов, расстояния между ними и степени разряжения. Ему также принадлежат интересные опыты по наблюдению за свечением разряженных газов при прохождении через них электрического тока.

Изучением люминесценции (свечение фосфора и т.п.) занимались Л. Эйлер, Т. Гротхус и др. Но они не приводили количественных оценок. Исследования этого явления Петров продолжал в течение 40 лет, начав их ещё в конце XVIII века. Его взгляды на природу люминесценции



содержатся в книге «О фосфорах прозябаемого царства и об истинной причине свечения гнилых деревьев».

Он вначале изучил свечения гниющих растений, Ивановых червячков, мяса и рыбы, а затем свечение фосфора. Учёный установил, что никакого влияния на процесс свечения минералов присутствие или отсутствие кислорода не оказывало, что свечение их возбуждалось другой причиной — длительным облучением солнечным светом. Ему удалось познать различие между хемилюминесценцией (свечение некоторых веществ, возникающее при химических реакциях), биолюминесценцией (испускание света живыми организмами при их переходе от окисленной формы в основное состояние) и фотолюминесценцией (свечение веществ, возбуждённых светом). В настоящее время после исследований академика С. И. Вавилова явления люминесценции составляют один из отделов оптики и нашли применение в виде светящихся составов и газоразрядных источников света в электрических лампах низкого давления [19].

В течение многих лет Василий Владимирович возглавлял метеорологические исследования, проводившиеся Санкт-Петербургской академией наук. Помимо собственных наблюдений, он обрабатывал данные метеорологических журналов, поступавших в Российскую академию наук из разных городов страны. Многочисленные физические, химические и метеорологические труды академика Петрова опубликованы в изданиях Академии наук («Умозрительные исследования Императорской Академии наук» за 1808—1819 годы, «Труды Академии наук» за 1821—1823 годы, «Технологический журнал» за 1810—1826 годы). Однако немало его работ остались неопубликованными, сохранились лишь в архиве Академии наук или утеряны.

С 1830 года Петров оказался вынужденным почти совсем прекратить занятия наукой, сначала вследствие потери зрения, пока боролись с катарактой на обоих глазах и вынуждены были прибегнуть к операции, а потом из-за наступления болезненной старости. Из Медико-хирургической академии он был уволен в феврале 1833 года.

ЧТО ИМЕЕМ, НЕ ХРАНИМ

Василий Владимирович Петров скончался 3 августа (22 июля по старому стилю) 1834 года в возрасте 73 лет. Он имел чин действительного статского советника (гражданский чин 4-го класса, который давал потомственное дворянство) и был почётным членом Эрлагенского физико-медицинского общества в Германии (избран в 1810 г.), Виленского университета (избран в 1829 г.) и Медико-хирургической академии.

Его смерть прошла незаметно, не отмечена ни Медико-хирургической академией, где он трудился около 40 лет и организовал преподавание физики как отдельной дисциплины, ни Российской Императорской академией наук, где проработал около 30 лет. Учёному не был установлен надгробный памятник, достоверного портрета до сих пор обнаружить не удалось, а все наблюдения и открытия оставались более 50 лет неизвестными.

Причин множество. Если бы труды академика Петрова были напечатаны на латыни, он сразу же стал бы всемирно известным электротехником. Кроме того, он не был знатного происхождения, а немецкая группа Санкт-Петербургской академии (Л. Ю. Крафт, Н. И. Фукс, Г. И. Паррот и др.), пользовавшаяся покровительством императора Александра I, шла на любые уловки, чтобы выставить русского коллегу нерадивым сотрудником.

Крафт отказался представить Санкт-Петербургской академии наук книгу Петрова «Известие о гальвани-вольтовых опытах...», как того требовали правила, а в 1805 году опубликовал статью «О гальваниевых опытах», в которой написал, что первооткрывателем электрической дуги является механик академических мастерских Меджер.

Не почитался в то время разночинец, да ещё с независимыми суждениями, открыто критиковавший косность, рутину и непорядки в Императорской Академии наук. В знак протеста Петров в 1825 году демонстративно отказался участвовать в похоронах императора Александра I. После этого он был отстранён от руководства Физическим кабинетом Санкт-Петербургской академии наук (за-

ведущим был назначен академик по кафедре прикладной математики Паррот), его труды были запрещены к печатанию.

На труды Петрова через 52 года после его смерти, в 1886 году обратил внимание студент Санкт-Петербургского университета А. Л. Гершун (впоследствии известный профессор физики). Во время летних каникул, работая в публичной библиотеке Вильно (ныне Вильнюс), он обнаружил книгу неизвестного ему профессора Петрова «Известие о гальвани-вольтовых опытах...». Гершун рассказал о находке своим товарищам и столичным физикам. Сотрудник лаборатории Санкт-Петербургского университета Н. В. Попов в 1887 году в журнале «Электричество» напечатал статью о находке студента. Труды Петрова стали изучаться. Оказалось, что им был выполнен целый ряд ценных исследований в различных областях физики и химии и что его работы являются оригинальными, передовыми для своего времени, представляющими не только исторический, но и большой реальный научный интерес.

В 1893 году Русское физико-химическое общество в особом экстренном собрании чествовало память академика В. В. Петрова по случаю исполнившегося столетия со дня начала его преподавательской деятельности в Военно-Медицинской академии. В 1902 году на собраниях научных обществ отмечено столетие открытия вольтовой дуги, а в 1934 году были организованы мероприятия по увековечению памяти учёного в связи со столетием со дня его смерти.

Могила его была затеряна. Впоследствии, почти через 100 лет, профессор Н. Н. Георгиевский наконец отыскал заброшенное захоронение Петрова на Смоленском кладбище в Санкт-Петербурге. Могилу привели в порядок и на ней появился памятник-obelisk академику.

Увековечили памятник земляка и на его родине в городе Обояни, где центральная площадь носит имя В. В. Петрова.

Он положил начало новой науке — электротехнике, которая вот уже два

с лишним столетия занимается вопросами электрических и магнитных явлений. Он был преемником и продолжателем трудов М. В. Ломоносова в области экспериментальных исследований физических и химических процессов, а также в борьбе за самостоятельное развитие русской науки и культуры. И эту его миссию нам надо чтить и помнить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеев А. А. Василий Владимирович Петров. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1948. — 180 с.
2. Кудрявцев Б. Б. Василий Владимирович Петров. Его жизнь и деятельность. — М.: Гостехиздат, 1952. — 96 с.
3. Петров Василий Владимирович // Большая Советская энциклопедия. — 2-е изд. — Т. 32. — М.: БСЭ, 1955. — С. 595–596.
4. Петров Василий Владимирович // Советский энциклопедический словарь. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985. — С. 993.
5. Веселовский О. Н., Шнейберг Я. А. Очерки по истории электротехники. — М.: Изд-во МЭИ, 1993. — 252 с.
6. Шателен М. А. Русские электротехники второй половины XIX века. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1949. — 379 с.
7. Шателен М. А. Русские электротехники XIX века. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955. — 432 с.
8. Сборник к столетию со дня смерти первого русского электротехника академика Василия Владимировича Петрова (1761–1834). — М.-Л.: ОНТИ, 1936. — 196 с.
9. Петров В. В. Избранные труды по электричеству / Под ред. Л. Д. Белькинда. — М.: Гостехиздат, 1956. — 290 с.
10. Григорьев Н. Д. Телеграф Шиллинга для железных дорог // Мир транспорта. — 2011. — № 2. — С. 184–190.
11. Григорьев Н. Д. Яркий луч впереди паровоза // Мир транспорта. — 2014. — № 5. — С. 236–245; № 6. — С. 224–237.
12. Григорьев Н. Д. В ожидании «электроходов» // Мир транспорта. — 2010. — № 2. — С. 176–183.
13. Григорьев Н. Д. Дугой он резал рельс // Мир транспорта. — 2012. — № 2. — С. 192–201.
14. Григорьев Н. Д. Спасённые звонят колокола // Мир транспорта. — 2014. — № 2. — С. 244–256.
15. Основы теории цепей. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 528 с.
16. Якоби Борис Семёнович // Советский энциклопедический словарь. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985. — 1567 с.
17. Академик В. В. Петров (1761–1834) // К истории физики и химии в России в начале XIX в.: Сборник статей и материалов / Под ред. С. И. Вавилова. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — 250 с.
18. Григорьев Н. Д. «Кривая Фауста без примесей Мефистофеля» // Мир транспорта. — 2016. — № 1. — С. 246–254.
19. Григорьев Н. Д. Бесконечный талант // Мир транспорта. — 2015. — № 3. — С. 266–281.

Координаты автора: **Григорьев Н. Д.** – (495) 684–21–19.

Статья поступила в редакцию 31.01.2018, принята к публикации 02.04.2018.



THE PROPHET IN HIS HOMELAND

Grigoriev, Nikolai D., Russian University of Transport, Moscow, Russia.

ABSTRACT

The author suggests an essay on the biography of Russian academician Vasily Petrov. For more than half a century, some preferred not to be reminiscent of the name of the discoverer of the electric arc, others thought it shameful to eulogize an

academician-commoner, who had not even recognized the priority of foreign scientists in Russian science. Only a happy occasion gave impetus to restoration of historical justice – and today Vasily Petrov is revered as the founder of domestic electrical engineering.

Keywords: electrical engineering, Vasily Petrov, electric arc, battery, galvanic-voltaic experiments, luminescence, history.

Background. Academician of the Russian Imperial Academy of Sciences Vasily Petrov was among the pioneers of Russian domestic electrical engineering, still his life and works are not widely known to the reading public.

Objective. The objective of the author is to consider biography of Vasily Vladimirovich Petrov.

Methods. The author uses general scientific methods and historical-retrospective analysis.

Results.

The first Russian electrical engineer, Academician of the Russian Imperial Academy of Sciences, Professor of St. Petersburg Medical and Surgical Academy (now Military Medical Academy) Vasily Vladimirovich Petrov was born on July 19 (8 old style) 1761 in Oboyan of Belgorod province (since 1796 – in Kursk province) in the family of a parish priest.

He was taught to read and calculate by his father at home. He received his primary education in a parochial school, then was appointed to Kharkov Collegium, where natural, humanities and foreign languages were taught.

Precise mechanics built devices

In 1785, to continue his studies, he moved to St. Petersburg, because of a lack of sufficient funds, he entered at the state expense the Teacher's Seminary (later converted to an institute), which trained primary school teachers. Simultaneously with training Petrov begins to teach mathematics and physics in the capital city. In 1788, the Commission for Public Education sent him to the Altai to Barnaul. There he conducted classes in physics, mathematics, Russian and Latin languages at the Mining College at the largest Kolyvan-Voskresensk mining plants.

After termination of the stipulated term of work Vasily Vladimirovich returned to St. Petersburg in 1791. From 1791 to 1797 he taught mathematics and Russian at the Engineering Cadet School at Izmaylovsky Regiment and since 1793 – physics and mathematics at the Main Medical School at the Military Land Hospital. In 1795, when this college was transformed into the Medical and Surgical Academy, he received the title of extraordinary (supernumerary) professor of mathematics and physics after a brilliant «est lecture». In 1802–1827 he taught physics and mathematics at the Imperial Academy of Arts and was a professor of physics at the Second Cadet Corps in St. Petersburg, where officers were trained for artillery and engineering units of the Russian army.

Petrov taught physics according to his own written guidance, accompanying his lectures with specially set experiments and demonstrations. Experiments for obtaining of electricity were especially well prepared. Under the editorship of the Russian professor in 1807, the translation of Schrader's textbook «The Initial Foundations of

Physics for Use in Gymnasiums» was published. In it, he reworked and supplemented the chapter on electricity. This textbook, widely used in Russia, was used until the early 1930s.

Having received in 1799 at the Medical and Surgical Academy the chair of mathematics and physics, which he occupied for 34 years, Petrov created physics cabinet (laboratory), the first in Russia and one of the best in the world, for educational demonstrations and scientific research. The cabinet was continuously replenished by purchasing equipment and devices from individual scientists and ordering abroad. In addition, he himself, as well as St. Petersburg glassworks and precision mechanics, following his assignments and sketches, manufactured physical equipment.

By the end of the scientist's career, the exemplary physical cabinet was located in several rooms and 631 devices were on the list (not including small devices, parts and tools), of which about 250 belonged to experiments on electricity and magnetism. He achieved the inclusion in the teaching of physics of laboratory works (practical work) and insisted that teachers with students continuously conduct scientific experiments in the physical cabinet. Petrov contributed to the arrangement of such cabinets in other higher educational institutions: some instruments were handed over to Vilnius University and Moscow Department of the Medico-Surgical Academy.

His first scientific work was «Collection of physicochemical new experiments and observations by Vasily Petrov, professor of physics at the Academy of St. Petersburg Medical-Surgical and Free Arts. Part one, in St. Petersburg, in the printing house of the State Medical College, in 1801» and it concerned the theory of combustion. In the 17th–18th centuries, on the proposal of the supporters of the phlogiston theory, the substances during burning and roasting allegedly lose their constituent part «beginning of combustion». He experimented with the validity of the oxygen theory of combustion of the French chemist A. L. Lavoisier: combustion of solid and liquid substances occurs only in the presence of oxygen or air entering into them, if combustion takes place in an «airless place» (in thin air).

Simultaneously, Petrov described his experiments on determining the limiting temperature at which phosphorus ceases to glow or slowly burn in pure atmospheric air. He proved that the cause of fluorescent emission (fluorite mineral, fluoride subclass) is different from that of phosphorus, outlined the reasons for ignition of potassium in contact with water, oxidation of metals, etc.

For this scholarly work Vasily Petrov in 1802 was awarded the title of ordinary (full-time) professor,

and in 1808 – Academician of the Medical-Surgical Academy. Such a flattering and binding title was attributed to him by a government decree.

Electrical shock is deadly

Almost until the end of the 18th century, scientists from different countries were engaged in studying the phenomena of static electricity. In 1791, the Italian anatomist and physiologist L. Galvani published the results of a research of the electrical phenomenon in muscle contraction («animal electricity»). Slight intensity and weak effects compared to static electricity were the reason that the interest around the scientist's explanations was supported not by development of experiments and accumulation of data, but by the polemics between supporters of his ideas (mainly doctors and biologists) and opponents (mostly physicists). The craving for galvanism was explained by creation in 1800 by the Italian physicist and physiologist A. Volta of the first chemical source of electromotive force (electric generator), through which the actions described by Galvani could be significantly strengthened and a continuous manifestation of the cause of these actions (electric current) in conductors during a long time could be provided.

Petrov first conducted experiments on a vertical voltaic column of 100 zinc and 100 copper circles with a diameter of 10 inches (0,254 m), acquired in Europe. Then he came to the conclusion that the most complete and comprehensive study of galvanic phenomena is possible in the presence of a more powerful source of electrical energy. According to his design, the instrumental mechanic of the academic chamber, the Englishman J. Mejer, by April 1802, created a huge battery of 4200 copper and zinc circles with a diameter of 1,4 inches (35 mm) and a thickness of about one tenth of an inch (2,5 mm). Between each pair of metal plates cardboard circles were laid, moistened with a solution of ammonia.

A battery of 2100 copper-zinc elements connected in series was horizontally arranged in four rows in a rectangular mahogany box 10 feet long (3,048 m). The total length of the galvanic battery was about 12,2 m. At that time it was the world's largest source of electrical energy. With a horizontal structure, the gravity of the upper layers of the plates did not squeeze out the liquid from the lower cardboard pads. This led to weakening of the first battery of 100 elements and prevented creation of large-sized current sources. The bottom, the walls of the box and the dividing partitions were covered with a thick layer of wax lacquer and oiled paper. The sections of the battery were connected together by a wire conductor, insulated with a sealing wax. In the presence of insulation, the battery showed a much stronger effect under the same other conditions.

There were no measuring instruments yet. Petrov used his own finger with cut skin as an indicator of the strength of the battery. He brought the bare ends of wires of different polarity to the wound. The more painful and unpleasant was the touch, the more powerful was the battery, in his opinion. According to modern data [5], the electromotive force of the battery was 2000–1650 V, the short-circuit current is 0,2–0,1 A, and the maximum useful power is 85–60 W. When the scientist tried to «measure» the power of the battery, he received an electric shock and lost consciousness. He remained alive due to the large internal resistance of the source of electrical energy.

Thus, in 1802, he found out the deadly danger of electric shock to a person, as he reported in his work «The news of galvanic voltaic experiments, which was



made by the professor of physics Vasily Petrov, by means of a huge, especially battery, sometimes consisting of 4200 copper and zinc circles and located at St. Petersburg Medical-Surgical Academy. In St. Petersburg, in the printing house of the State Medical College, 1803». This publication was republished in 1936 [8] and 1956 [9].

In the first book on electrical engineering, published in Russian at the state expense, the scientist described in detail the methods of making a galvanic battery, caring for it, the method of experiments, the results of his various experiments and gave recommendations on practical application of electricity. A separate chapter of the book is devoted to the effect of current on the human and animal organism and recommendations for doctors are given. The electrophysical laboratory created by him allowed from the middle of 19th century the professors of the Military Medical Academy, N. G. Egorov, V. V. Lebedinsky, A. V. Lebedinsky, N. P. Khlopin, S. A. Lebedev, to launch serious research in the field of the use of electricity for treatment of sick people [2].

«The Kursk arc»

A powerful source of current helped Petrov for a short time to conduct a lot of research, which opened a variety of ways to use electricity. He made the first public experiments on May 29 (17 old style) 1802 in the presence of the Medical Board (in modern terminology – the ministry) and many famous people.

The battery was so powerful that when the circuit broke it sparked. In case of placement of charcoal (well conducting current) at a place of rupture at a distance of one to three lines (2,54–7,62 mm), an electric current produced a flame. He studied the properties of this luminescence and discovered the possibility of using it for illumination, and high temperature that arises in a voltaic arc with metal electrodes for melting, welding and reducing metals from their oxides. The scientist received lead, tin and mercury in pure form from the charge with their





Galvanic battery of Petrov's design. The box was made of mahogany and its length was about three meters.

oxides and powder of charcoal, fat and squeezed oils (with carbon, but in peculiar forms and compounds).

The electric arc of Petrov was later applied to the case by domestic scientists: P. L. Schilling – when creating an electrical fuse to ignite underwater mines [10]; P. N. Yablochkov and V. N. Chikolev – for lighting [11–12]; N. N. Benardos and N. G. Slavyanov – for welding and cutting metals [13, 14]. In 19th century, arc generators of undamped electromagnetic oscillations found their place in electrical communications, with the help of which radio stations received electromagnetic waves with a frequency of up to several hundred kilohertz. Nowadays this discovery is used in arc sources of light (powerful searchlights), electric welding, electrometallurgy, where electric arc furnaces with productivity from fractions to hundreds of tons serve for smelting cast iron, high grades of steel, alloys and other metals. They are also used in production of abrasive materials, calcium carbide and many other types of products.

The English chemist and physicist H. Davy observed an electric glow six years later than Petrov in 1808 [5–7]. In the work «Elements of Chemical Philosophy» (1812), he reported on his experiments with an electric arc. And he did not pretend to their originality and admitted that this was done before him by a foreign physicist. However, for a long time the discovery of a voltaic arc was attributed to him.

Petrov used a variety of electrodes: wood-coal, graphite, copper, iron, silver, gold, tin, manganese, etc. He observed phenomena between electrodes that were in the air, a discharged medium and various liquids. He first correctly determined the degree of electrical conductivity of charcoal, ice, sulfur, phosphorus, vegetable oils, identified their physicochemical and insulating properties, established the insulation value for electrical conductors at high voltage and applied the coating of metal conductors with an insulating layer. The principle of covering the surface of a conductor with an insulating material developed by the scientist is used today for manufacture of insulated wires and cables.

Petrov was the first to determine regularity of an electrical circuit: current force in a conductor increases with increasing thickness, area of its cross section. Plus, he managed to find out that through

substances with a large electrical resistance (it was he who again introduced this term into electrical engineering), galvanic-volt liquid (according to current terminology electric current) can flow with increasing number of elements, i.e. increasing the voltage. Thus, Petrov 25 years earlier than the German physicist G. S. Ohm established that the electric current is directly proportional to the voltage and cross-sectional area of the conductor [15].

The scientist studied in detail the influence of temperature on the value of emf of the battery and on nature of phenomena and chemical processes that accompany it. He was convinced that the metal's extreme metal circles serve only as conductors of electricity, its action is based on chemical processes taking place in the galvanic cell between metals (copper-zinc) and the electrolyte, and oxidation and contamination of the surface of metal circles causes weakening of current.

Petrov first applied a parallel connection of electrodes to demonstrate the phenomenon of electrolysis in several tubes with water, vegetable oils, alcohol, etc., which occurs while simultaneously passing an electric current through liquids from one copper-zinc pair. He established the dependence of intensity of glow (glow, spark, arc discharges) on elasticity of the ambient air – material, shape and polarity of electrodes, and also on the distance between them. The length of a spark from a voltaic column in the airless space is much shorter than when discharging an electrostatic machine, and instantaneous charging of huge Leyden batteries by a small voltaic column or their slow charging by powerful electrostatic machines takes place. 30 years later, these phenomena were studied by the English physicist M. Faraday. The chemical effect of current (electrolysis) was applied by the Russian electrical engineer B. S. Jacobi in electroforming and electroplating [16], which are still in demand in polygraphy, medals and so on.

Research of Petrov put him in the ranks of outstanding scientists of the country. In 1803 he was elected a corresponding member, then an adjunct (auxiliary), extraordinary (supernumerary), and in 1815 – an ordinary (full-time) academician in the subject of experimental physics of the Russian Imperial Academy of Sciences. In 1814, Vasily Vladimirovich was appointed the head of the physics cabinet, he directed it until 1828.

About the phosphors of the vegetated kingdom

The English physicist and physician W. Gilbert unsuccessfully tried to electrify metals without isolating them. Therefore, he came to an erroneous conclusion about the impossibility of electrifying metals by friction. In 1804, Petrov, in his third book, «The New Electrical Experiments of Professor of Physics Vasily Petrov», reprinted in 1956, [9], proved the possibility of electrifying isolated metals with friction and described a series of experiments on electrification of mercury and other substances by shaking them in glass vessels. He showed that a particularly effective way of electrifying metals and the human body is by quilting them with fur of some animals.

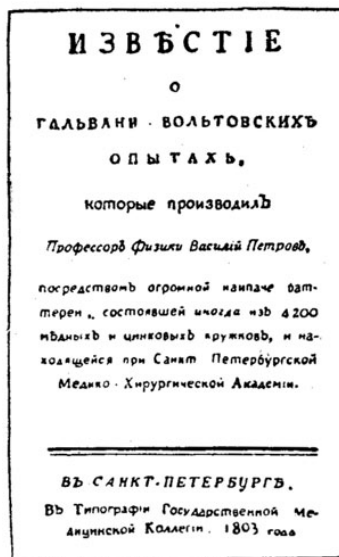
The scientist rightly wrote here about instability of the phenomena of electrization, influence on their intensity, the state of the surface of bodies, their dimensions and temperature, and also humidity of the ambient air. He improved the design of the device for production of static electricity (electrophores), the resin base was replaced with a dried-out soft cloth, folded into four layers and gave a correct idea of generality and difference in manifestations of static and galvanic electricity: they are due to certain physicochemical processes.

To study the phenomenon of static electricity in discharged air and the atmosphere of various gases, Petrov built an electrostatic machine, placed under the bell of an air pump. The thermometer installed there also fixed the intensity of electrical discharges at various temperatures. He discovered an increase in electrical conductivity of air when it was heated and formation of nitrogen oxides in electrical discharges in the air. He carried out research of glow, spark and arc electric discharges in a vacuum. He found the dependence of these phenomena on the material, the shape and polarity of electrodes, the distance between them and the degree of vacuum. He also has interesting experiments on observing the glow of discharged gases when electric current passes through them.

The study of luminescence (glow of phosphorus, etc.) was carried out by L. Euler, T. Grotthus and others. But they did not give quantitative estimates. Petrov continued studies of this phenomenon for 40 years, beginning them at the end of 18th century. His views on the nature of luminescence are contained in the book «On the phosphors of the vegetated kingdom and the true cause of the glow of rotten trees».

He first studied the glow of rotting plants, Ivanov worms, meat and fish, and then phosphor glow. The scientist established that presence or absence of oxygen had no impact on the process of glowing minerals, that their luminescence was excited by another cause – prolonged irradiation with sunlight. He managed to understand the difference between chemiluminescence (glow of certain substances that occurs during chemical reactions), bioluminescence (emission of light by living organisms during their transition from the oxidized form to the ground state) and photoluminescence (emission of substances excited by light). At present, after research by Academician S. I. Vavilov, the luminescence phenomena are made up of one of the optics departments and found application in the form of luminous compositions and gas-discharge light sources in low-pressure electric lamps [19].

For many years, Vasily Vladimirovich headed meteorological research conducted by St. Petersburg Academy of Sciences. In addition to his own



Title page of the memoir of V. V. Petrov «News about galvanic-voltaic experiments».

observations, he processed the data of meteorological journals that came to the Russian Academy of Sciences from different cities of the country. Numerous physical, chemical and meteorological works of Academician Petrov were published in the editions of the Academy of Sciences («Speculative Research of the Imperial Academy of Sciences» for 1808–1819, «Proceedings of the Academy of Sciences» for 1821–1823 years, «Technological Journal» for 1810–1826). However, many of his works remained unpublished, preserved only in the Archive of the Academy of Sciences or lost.

Since 1830, Petrov was forced to almost completely stop doing science, first due to loss of vision, while fighting cataracts in both eyes and had to resort to surgery, and then because of the onset of old age illnesses. He was dismissed from Medical-Surgical Academy in February 1833.

What we have, we do not store

Vasily Vladimirovich Petrov died on August 3 (July 22 old style) 1834 at the age of 73 years. He had the rank of an actual state councilor (a civil rank of the 4th class, which gave hereditary nobility) and was an honorary member of the Erlangen Physico-Medical Society in Germany (elected in 1810), the University of Vilna (elected in 1829) and the Medical-Surgical Academy.

His death passed unnoticed, was not marked either by the Medical-Surgical Academy, where he worked for about 40 years and organized teaching of physics as a separate discipline, or the Russian Imperial Academy of Sciences, where he worked for about 30 years. The scientist did not have a tombstone, there was no reliable portrait until now, and all observations and discoveries remained unknown for more than 50 years.

There are many reasons. If the works of Academician Petrov were printed in Latin, he would immediately become a world famous electrical engineer. In addition, he was not of noble origin, and the German group of St. Petersburg Academy (L. Yu. Krafft (W. L. Krafft), N. I. Fuchs, G. I. Parrot (G.-F. von Parrot), etc.), who enjoyed protection of Emperor Alexander I, went to any tricks, to represent the Russian colleague as a negligent employee.



Krafft refused to submit to St. Petersburg Academy of Sciences Petrov's book «The news of galvanic-voltaic experiments ...», as required by the rules, and in 1805 published an article «On the galvanic experiments», in which he wrote that the discoverer of the electric arc is the mechanic of the academic workshops Mejer.

The commoner was not honored at the time, and even with independent judgments, who openly criticized stagnation, routine and disorder in the Imperial Academy of Sciences. In protest, Petrov defiantly refused to participate in the funeral of Emperor Alexander I in 1825. After that, he was removed from the leadership of the physics cabinet of St. Petersburg Academy of Sciences (Academician in the Department of Applied Mathematics Parrot was appointed as the head), his works were banned for printing.

The works of Petrov 52 years after his death, in 1886, were noticed by the student of St. Petersburg University A. L. Gershun (later a famous professor of physics). During the summer holidays, working in the public library of Vilno (now Vilnius), he found a book by an unknown professor Petrov, «The news of galvanic-voltaic experiments...». Gershun told about his discovery to his comrades and metropolitan physicists. An employee of the laboratory of St. Petersburg University N. V. Popov in 1887 published an article about the find of the student in the journal «Electricity». The works of Petrov began to be studied. It turned out that he had performed a number of valuable studies in various fields of physics and chemistry and that his works were original, advanced for their time, representing not only historical but also great real scientific interest.

In 1893 the Russian Physico-Chemical Society in a special emergency meeting commemorated the memory of Academician V. V. Petrov on the occasion of the hundredth anniversary since the beginning of his teaching career at the Military Medical Academy. In 1902, at the meetings of scientific societies, the centenary of the discovery of the voltaic arc was celebrated, and in 1934 events were organized to perpetuate the memory of the scientist in connection with the centenary of his death.

His grave was lost. Subsequently, almost 100 years later, Professor N. N. Georgievsky finally found the abandoned burial of Petrov at the Smolensk cemetery in St. Petersburg. The grave was put in order and an obelisk monument to the academician appeared on it.

They perpetuated the monument of a fellow countryman in his homeland in the city of Oboyan, where the central square is named after V. V. Petrov.

He initiated a new science – electrical engineering, which has been dealing with electrical and magnetic phenomena for more than two centuries. He was the successor and continuer of M. V. Lomonosov's works in the field of experimental research of physical and chemical processes, as well as in the struggle for independent development of Russian science and culture. And this is his mission we need to honor and remember.

REFERENCES

1. Eliseev, A. A. Vasily Vladimirovich Petrov. Moscow–Leningrad, Gosenergoizdat publ., 1948, 180 p.
2. Kudryavtsev, B. B. Vasily Vladimirovich Petrov. His life and work [*Vasily Vladimirovich Petrov. Ego zhizn' i deyatel'nost'*]. Moscow, Gostekhizdat publ., 1952, 96 p.
3. Petrov Vasily Vladimirovich. *The Great Soviet Encyclopedia*. 2nd ed. Vol. 32. Moscow, GSE, 1955, pp. 595–596.
4. Petrov Vasily Vladimirovich. *Soviet Encyclopedic Dictionary*. Moscow, Publishing house «Soviet Encyclopedia», 1985, p. 993.
5. Veselovsky, O. N., Shneiberg, Ya. A. Essays on the history of electrical engineering [*Ocherki po istorii elektrotehniki*]. Moscow, MEI publ., 1993, 252 p.
6. Shatelen, M. A. Russian electrical engineers of the second half of 19th century [*Russkie elektrotehniki vtoroi poloviny XIX veka*]. Moscow–Leningrad, Gosenergoizdat publ., 1949, 379 p.
7. Shatelen, M. A. Russian electrical engineers of 19th century [*Russkie elektrotehniki XIX veka*]. Moscow–Leningrad, Gosenergoizdat publ., 1955, 432 p.
8. Collection to the centenary of the death of the first Russian electrical engineer Academician Vasily Vladimirovich Petrov (1761–1834) [*Sbornik 1 stoletiyu so dnya smerti pervogo russkogo elektrotehnika akademika Vasiliya Vladimirovicha Petrova (1761–1834)*]. Moscow–Leningrad, ONTI publ., 1936, 196 p.
9. Petrov, V. V. Selected works on electricity [*Izbrannye trudy po elektrichestvu*]. Ed. by L. D. Belkind. Moscow, Gostekhizdat publ., 1956, 290 p.
10. Grigoriev, N. D. The Shilling Telegraph for Railways. *World of Transport and Transportation*, Vol. 9, 2011, Iss. 2, pp. 184–190.
11. Grigoriev, N. D. Bright beam in front of a locomotive. *World of Transport and Transportation*, Vol. 12, 2014, Iss. 5, pp. 236–245, Iss. 6, pp. 224–237.
12. Grigoriev, N. D. In expectation of Motor Ship with Electric Propulsion. *World of Transport and Transportation*. Vol. 8, 2010, Iss. 2, pp. 176–183.
13. Grigoriev, N. D. He was cutting the rail with the arc... (to the 170th anniversary of Nickolay Benardos). *World of Transport and Transportation*, Vol. 10, 2012, Iss. 2, pp. 192–201.
14. Grigoriev, N. D. Saved bell-ringing (dedicated to 160th anniversary of birth of Nickolay Gavrilovich Slavyanov). *World of Transport and Transportation*, Vol. 12, 2014, Iss. 2, pp. 244–256.
15. Fundamentals of the theory of chains [*Osnovy teorii tsepei*]. Moscow, Energoatomizdat publ., 1989, 528 p.
16. Jacobi Boris Semenovich. *Soviet Encyclopedic Dictionary*. Moscow, Publishing house «Soviet Encyclopedia», 1985, 1567 p.
17. Academician V. V. Petrov (1761–1834). To the history of physics and chemistry in Russia in the beginning of 19th century [*K istorii fiziki i himii v Rossii v nachale XIX v.*]. Collection of articles and materials. Ed. by S. I. Vavilov. Moscow–Leningrad, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1940, 250 p.
18. Grigoriev, N. D. Faust curve without Mephistopheles impurities. *World of Transport and Transportation*, Vol. 14, 2016, Iss. 1, pp. 246–254.
19. Grigoriev, N. D. Infinite talent. *World of Transport and Transportation*, Vol. 13, 2015, Iss. 3, pp. 266–281. ●

Information about the author:

Grigoriev, Nikolai D. – Ph.D. (Eng), associate professor at the department of Electrical engineering of transport of Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia, +7 (495) 684–21–19.

Article received 31.01.2018, accepted 02.04.2018.